



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Fakulta elektrotechniky
a informačných technológií

Katedra multimédií a informačno-komunikačných technológií

Inteligentný IoT skleník

INTERNET VECÍ

SEMESTRÁLNA PRÁCA

Záverečná správa

Študijný odbor:

informatika

Študijný program:

komunikačné a informačné technológie

Vyučujúci:

Ing. Slavomír Matúška, PhD.

Vypracoval:

Adam Petrovič

Miesto a dátum odovzdania:

Žilina, 28.3.2023

OBSAH

1	Motivácia pre vytvorenie projektu	3
2	Návrh projektu a zapojenie.....	3
3	Opis fungovania a implementácia	5

1 MOTIVÁCIA PRE VYTVORENIE PROJEKTU

Mojim záujmom už od malička bolo pestovanie, pretože mi poskytovalo mnoho úžasných výhod, ktorými sú relaxácia a zníženie stresu zo všedných problémov, hlbšie spojenie s prírodou, radosť z úspešného vypestovania plodín a prístup k zdravým domácim plodinám. Plodiny, ktoré mám najradšej a ktoré som aj niekoľko krát pestoval sú paradajky a papriky.

Paradajky a papriky sa zvyčajne pestujú v skleníkoch, preto som sa rozhodol vytvoriť návrh inteligentného IoT skleníka, ktorý by mi umožnil zlepšenie kvality a výnosnosti plodín. Zlepšenie kvality a úrody môžeme uskutočniť za pomoci monitorovania podmienok v skleníku a na základe týchto údajov riadiť napríklad vetranie, ktoré by zamedzilo vzniku plesní alebo inému poškodeniu rastliny. Okrem automatického vetrania je vhodné automatické zavlažovanie, ktoré by ušetrilo veľké množstvo času pri pestovaní rastlín. Prepojenie na internet nám umožní diaľkový dohľad nad skleníkom a ovládať jeho jednotlivé časti. Údaje zbierané o skleníku môžeme následne analyzovať a aplikovať určité optimalizačné postupy pre dodatočné zlepšenie kvality úrody.



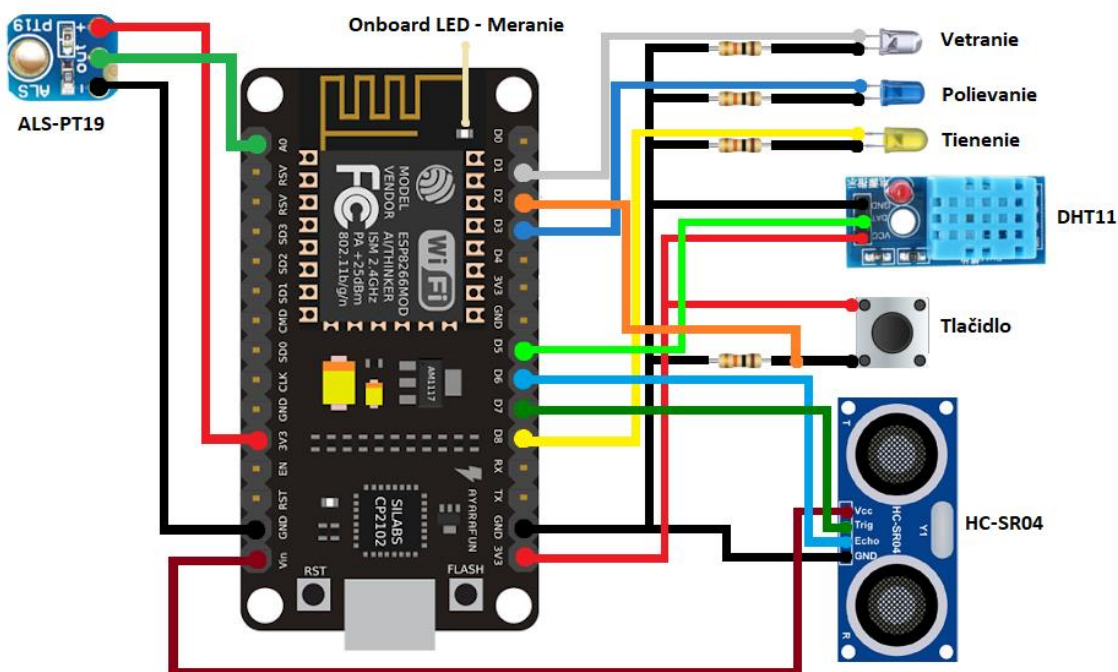
Obr.1.1: Môj skleník a vypestovaná úroda.

2 NÁVRH PROJEKTU A ZAPOJENIE

IoT projekt budeme realizovať prostredníctvom vývojovej dosky NodeMCU ESP8266, ku ktorej budú pripojené senzory na meranie jednotlivých veličín. Na vývojovej doske bude bežať firmware MicroPython. Dáta z jednotlivých senzorov budú posielané prostredníctvom Wi-Fi na cloud, na ktorom beží NodeRED. Komunikácia medzi NodeRED a NodeMCU bude zabezpečená prostredníctvom MQTT protokolu. Celá logika spracovania dát a ovládania bude vykonaná v prostredí NodeRED, z ktorého budú posielané riadiace dáta na ovládanie NodeMCU. Vykonanie určitých funkcií napríklad vetrania (otvorenie okna) budeme simulovať

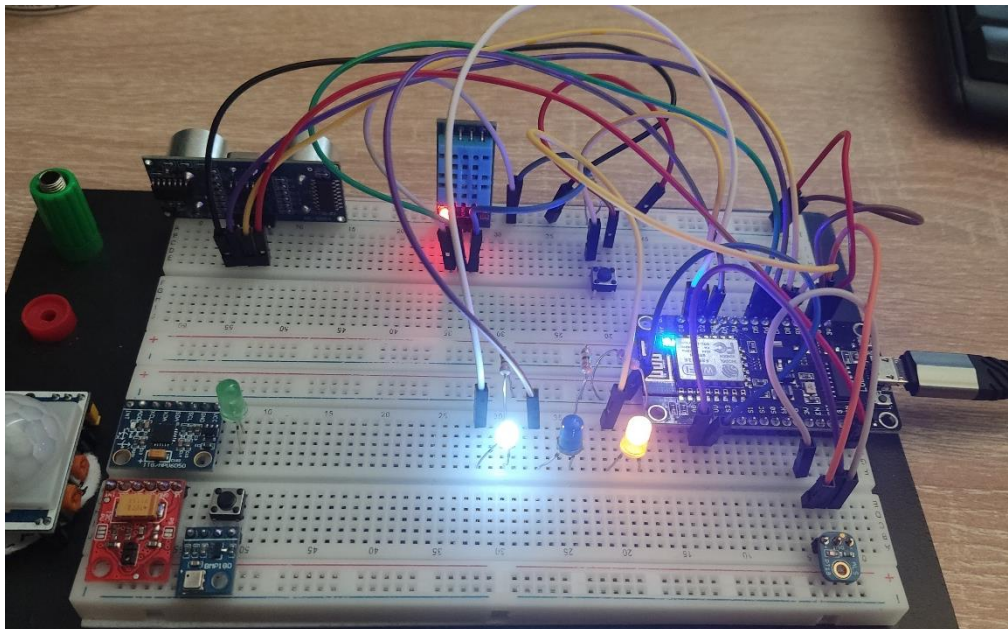
prostredníctvom LED diód. Vizualizácia a celkové ovládanie bude realizované pomocou UI vytvorené v NodeRED. Pre uchovanie historických dát budeme využívať databázu MongoDB.

V projekte využijeme senzor DH11 na meranie vlhkosti a teploty skleníku, ultrazvukový senzor vzdialenosti HC-SR04, ktorý bude slúžiť na meranie objemu vody v nádrži, senzor ALS-PT19 na meranie intenzity svetla (v našom prípade na meranie intenzity slnečného svetla) a tlačidlo, ktoré zastaví všetky merania vykonávané na doske NodeMCU. Schéma zapojenia senzorov a LED diód je zobrazená na obr. 2.1.



Obr.2.1: Schéma zapojenia senzorov a LED diód do NodeMCU.

Pre simuláciu vetrania využijeme bielu LED diódu, zasvietenie diódy nám bude signalizovať otvorené okno. Žltá LED dióda nám bude predstavovať tienenie skleníka, prostredníctvom zakrytia určitou tieniacou fóliou. Modrá LED nám bude predstavovať polievanie. Doska ESP8266 má aj vstavanú (Onboard) LED diódu, ktorú využijeme pre signalizáciu, či je meranie na zariadení aktívne alebo nie. Fyzické zapojenie na breadboard-e je zobrazené na obr. 2.2.



Obr. 2.2: Fyzické zapojenie projektu.

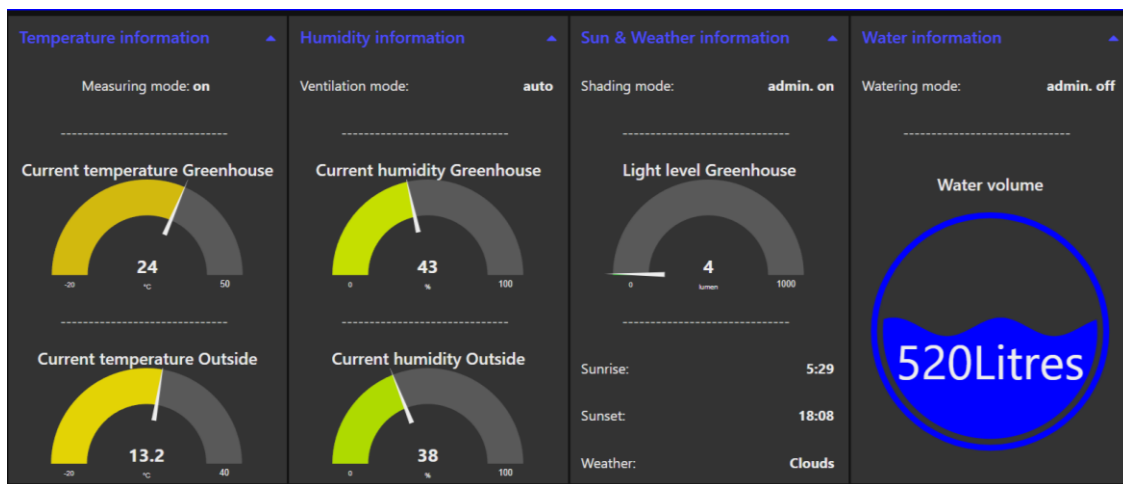
Je dôležité poznamenať, že návrh je určený pre hobby skleník, ktorý nebude obsahovať umelé osvetlenia, vykurovanie a bude prevádzkovaný iba počas pestovanej sezóny. Pre ušetrenie nákladov za vodné zdroje bude využívať aj dažďovú vodu, ktorá sa bude zbierať do vodnej nádrže.

3 OPIS FUNGOVANIA A IMPLEMENTÁCIA

V našom projekte meriame štyri veličiny, ktorými sú teplota, vlhkosť, vzdialenosť a intenzita slnečného žiarenia. Tieto veličiny sú posielané na spracovanie každú sekundu, v prípade reálneho skleníka by bolo postačujúce posilať dáta každých 5 možno až 10 minút. Z dôvodu, že za taký krátky časový úsek by nenastali veľké zmeny. V našom prípade je jedna sekunda zvolená pre demonštračné účely. Údaje sú posielané z ESP8266 na server v dátovom formáte JSON.

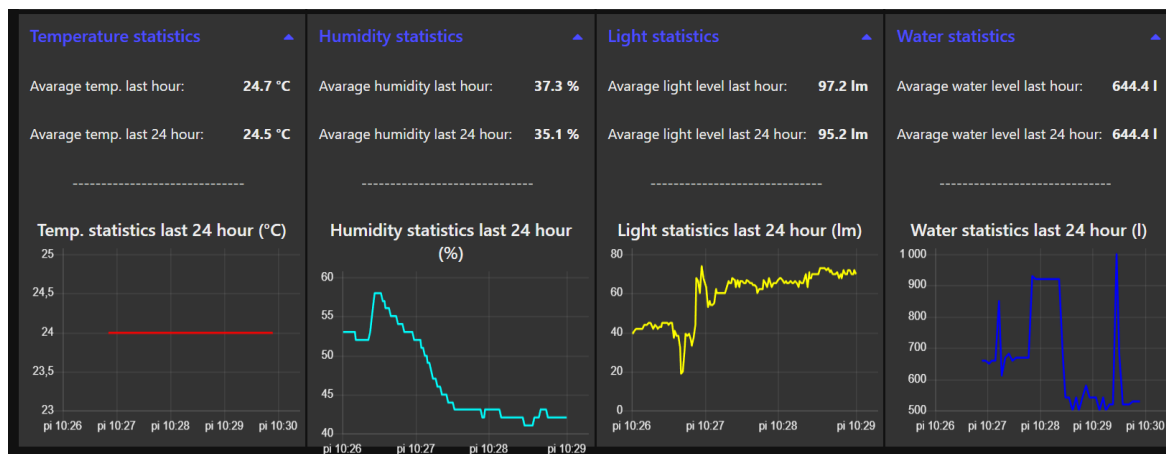
Za pomoci NodeRED UI zobrazujeme aktuálne hodnoty teploty, vlhkosti, slnečnej intenzity a zostatkový objem vody. Okrem týchto údajov je v UI zobrazená aj vonkajšia teplota a vlhkosť, západ a východ slnka a aktuálne počasie. Tieto údaje sú získané z *OpenWeather* API, a obnovujú sa každú minútu. Okrem týchto hodnôt je zobrazený aj mód vetrania, tienenia, polievania a merania. Pre jednotlivé funkcie sú vytvorené tri módy, ktoré je možné v UI meniť. Prvý je mód *auto*, vtedy sú jednotlivé funkcie vykonávané automaticky podľa naprogramovanej

logiky. Druhý mód je *admin. on*, v tomto móde je daná funkcia zapnutá manuálne v UI. Tretí mód je *admin. off*, vtedy je daná funkcia vypnutá manuálne.



Obr.3.1 Aktuálne hodnoty zobrazené UI.

Okrem aktuálnych údajov, sú zobrazené aj priemerné hodnoty za poslednú hodinu a posledných 24 hodín. Na výpočet priemerných hodnôt získavame údaje z databázy, ktoré sú následne spriemerované. Keďže zbierame vzorky každú sekundu, tak v prípade priemeru za poslednú hodinu získavame posledných 3600 záznamov a v prípade 24 hodín získavame posledných 86 400 záznamov. Pre štatistiku za posledných 24 hodín je UI zobrazený graf. Pre zobrazovanie štatistických hodnôt je v UI vytvorená samostatná záložka



Obr.3.2: Štatistické hodnoty v UI.

Vetrание sa aktivuje v prípade, že teplota alebo vlhkosť dosiahne určitú hraničnú hodnotu, ktoré sú predvolene nastavené na 32 °C a pri vlhkosti je to hodnota 50%. Hraničné hodnoty je možné meniť pomocou NodeRED UI. Pri prekročení hraničnej hodnoty sa vyšle správa na NodeMCU aby sa zaplo vetranie, teda otvorilo okno. V prípade že meraná hodnota klesne pod

hraničnú, vetranie sa vypne, teda vetracie okno sa zavrie. Reálna implementácia tejto funkcie je zobrazená obr. 3.3.



Obr.3.3: Automatické vetranie [1].

V prípade tienenia je použitá tá istá logika ako v prípade vetrania a to, že pokiaľ meraná hodnota klesne pod hraničnú hodnotu, zapne sa tienenie, teda natiahne sa tieniaca sieťka a naopak. V tomto prípade je predvolená hodnota nastavená na 900 lúmenov ale taktiež ju je možné meniť v UI. Nevýhodou využitého senzoru je jeho citlivosť, podľa *datasheet* je jeho citlivosť iba 1000 lúmenov, zatiaľ čo priame slnečné svetlo môže dosahovať mnohonásobne väčšiu intenzitu ale pre demonštračné účely je tento senzor postačujúci. Reálna implementácia je zobrazená na obr. 3.4. s rozdielom, že v našej implementácii by zaťažovanie bolo motorizované a automatické ako v prípade vetrania.



Obr.3.4: Princíp tienenia skleníku [2].

Meranie objemu vody v nádrži je realizované prostredníctvom senzoru HC-SR04, ktorý nám meria vzdialenosť od vodnej hladiny. Čím je vzdialenosť od vodnej hladiny menšia tým sa v nádrži nachádza väčšie množstvo vody. Ako nádrž sme si zvolili komerčne dostupný 1000

litrový IBC kontajner zobrazený na obr. 3.5. Do kontajneru sa bude zbierať aj dažďová voda a v prípade klesnutia objemu pod 100 litrov, je nastavená v UI notifikácia, ktorá notifikuje o nedostatku vody. Pre výpočet objemu vody využívame vzťah pre objem kocky, pretože nádoba má s menšími odchýlkami tvar kocky.



Obr.3.5: 1000 litrový IBC kontajner na vodu [3].

Polievanie je realizované automaticky podľa času, ktorý je predvolene nastavený každý deň na západ slnka. Rastliny by sa mi nemali polievať pri priamom slnečnom žiarení a podľa mnohých záhradníckych rád z internetu je vhodnejšie zalievať vo večerných hodinách, pretože nedochádza k nadbytočnému vyparovaniu z pôdy, tým sa znižuje nadbytočná vlhkosť v skleníku a rastliny viacej vstrebávajú vodu. Čas každodenného polievania je možné, ako aj pri predošlých funkciách UI zmeniť.

V projekte je využité aj fyzické tlačidlo, ktorého pôvodný účel bolo uspávať a zobúdzat ESP8266, avšak ESP8266 poskytuje iba možnosť hardvérového uspatia a po uspatí nie je možné zariadenie hardvérovo zobudiť. Ďalšou myšlienkou bolo, že pomocou tlačidla sa zariadenie softvérovo uspí, ale v tomto prípade, po zobudení dochádzalo k tomu, že nám celý firmware padol a zariadenie bolo potrebné manuálne pomocou tlačidla na doske resetovať. Z týchto dôvodov tlačidlo vo finálnom návrhu len zastavuje/spúšťa všetky merania, ktoré sa vykonávajú na zariadení. Indikáciu aktívneho, respektíve zastaveného merania, nám vykonáva v ESP vstavaná LED dióda. Okrem LED diódy nám aktivitu indikuje aj textový element v UI, ktorý má názov *measuring mode* zobrazený na obr. 3.1.

Pre nastavovanie hraničných hodnôt a diaľkové ovládanie jednotlivých funkcií je vytvorená v UI samostatná záložka zobrazená na obr. 3.6. Okrem samotného nastavenia sú v tejto záložke zobrazené kontrolné informácie o jednotlivých funkciách. Jednotlivé módy spomenuté vyššie je možné meniť v tejto záložke. Zmenu módu je možné vykonať prostredníctvom *drop-down menu* v stĺpci *Control modes*. Hraničné hodnoty pri automatickom riadení je možné meniť

v stĺpci *Value setters*. Čas polievania je možné zmeniť len v prípade, ak nie je označená možnosť *Set watering automatically by sunset*. Ak je daná možnosť začiarknutá a zmeníme čas, čas sa neuloží a vráti sa na pôvodnú hodnotu, teda na čas západu slnka.

Control modes	Control information	Value setters
Ventilation mode: <u>auto</u>	Ventilation is: off	Set max temperature (°C): <u>32</u>
Shading mode: <u>auto</u>	Shading is: off	Set max humidity (%): <u>50</u>
Watering mode: <u>auto</u>	Watering is: off	Set max light level (lumen): <u>900</u>
		Watering time: <u>18:10</u> ⌚
		Set watering automatically by sunset: <input checked="" type="checkbox"/>

Obr. 3.6: Záložka ovládania a nastavovania.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] GreatScott!, Automating a Greenhouse with LoRa! (Part 2) || Motorized Window Opener. [cit. 2024-3-29]. Dostupne na internete: https://www.youtube.com/watch?v=gsMqwNi4wT4&ab_channel=GreatScott%21
- [2] RHINO GREEN HOUSE, RHINO 2FT ROOF BLIND - FOR 6FT, 7FT, 8FT WIDE RHINOS. [cit. 2024-3-29]. Dostupne na internete: <https://www.greenhousesdirect.co.uk/products/rhino-2ft-roof-blind-for-6ft-7ft-8ft-wide-rhinos>
- [3] B2BPARTNER, IBC kontajner, paleta kov/plastový. [cit. 2024-3-29]. Dostupne na internete: https://www.b2bpartner.sk/ibc-kontajner-paleta-kov-plastovy/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwzZmwBhD8ARIsAH4v1gUYOOZqAeQgsAnYnQV64yIK03HRK3siuCePU-5ytsfER7WY0tNQEAUaApqYEALw_wcB